



УДК 502.7

**ЯКИМЧУК Аліна Юріївна,**

кандидат економічних наук, доцент кафедри державного управління, документознавства та інформаційної діяльності Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

### ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ФІНАНСУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Удосконалено організаційно-економічний механізм збереження біорізноманіття України відповідно до умов збалансованого розвитку. Обґрунтовано концептуальні положення збереження біорізноманіття, які базуються на соціо-еколого-економічній оцінці функціонування екосистем. Розроблено методологічні підходи до врахування збереження біорізноманіття у національних рахунках держави, що ґрунтуються на визначенні економічної оцінки функціонування природних екосистем. Поглиблено методологію збереження біорізноманіття на основі поєднання і розвитку теорії систем та інституціональної економіки. Розширено механізми застосування інноваційних інструментів збереження біорізноманіття. Розроблено концептуальні підходи маркетингової стратегії розвитку природно-заповідних територій на основі формування їх позитивного іміджу й адаптації до ринкових умов.

**Ключові слова:** організаційно-економічний механізм, біорізноманіття, збалансований розвиток, раціональне природокористування, економічні інструменти, економічна ефективність, екологічна мережа.

#### **YAKYMCHUK Alina. Economic modeling optimization funding for biodiversity**

The investigation is devoted to the organization-economic mechanism improvement of the biodiversity conservation in Ukraine in relation to the sustainable development conditions. The conceptual principles of the biodiversity that are based on ecological and social and economic assessment of ecosystem functioning were scientifically proved for the first time in this research. The methodological approaches to the biodiversity conservation in the national state accounts were developed and they are based on the new calculations of the economic evaluation of the natural ecosystem functioning. The methodology and tools of the economic mechanism for resolving environmental conflicts at international level are improved. The methodology of the biodiversity conservation which is based on the institutional economics theory and the systems theory was improved. The innovative mechanisms for biodiversity conservation tools were expanded.

**Key words:** organizational and economic mechanism, biodiversity, sustainable development, environmental management, economic instruments, economic efficiency, ecological network.

**Актуальність.** Природні екосистеми здатні забезпечувати не лише ресурсне природокористування, але й формують сприятливі екологічні умови проживання для населення, збереження здоров'я, рекреацію, туризм, екологічне виховання та ін. Збереження біорізноманіття до цього часу фінансується за залишковим принципом із державного бюджету, до того ж витрати на його утримання не виділяються окремим рядком. У загальній структурі витрат на природоохоронну діяльність держбюджетного фінансування, витрати на біорізноманіття впродовж останніх років становлять менше 3%. Зважаючи на вагому екологічну цінність ресурсів біорізноманіття, участь у підтриманні екологічної рівноваги, збереженні генофонду рослинного і тваринного світу, депонування вуглецю лісовими і болотними екосистемами, цінність генетичної інформації, відкладеної альтернативи природно-заповідних територій для суспільства, їхнє ефективне функціонування та розвиток є актуальним завданням відповідно до концепції збалансованого розвитку та «зеленої» економіки.

**Останні публікації.** Проблема збереження біорізноманіття, підтримання екологічного стану екосистем широко висвітлювалася у працях вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема, Т. Андрієнко-Малюк, О. Веклич, Т. Галушкіної, Л. Гринів, Ю. Грищенко, О. Гнаткович, В. Голяна, Н. Зіновчук, Л. Мельника, П. Скрипчука, І. Синякевича, А. Сохнич, М. Ступеня, В. Ковал, А. Третяка, М. Хвесика, Г. Черевка, В. Шевчука, М. Щурика та інших авторів. Праці С. Бобильова, Г. Моткіна, А. Тулупова, А. James, М. Green, J. Paine, J. Dixon, S. Pagiola, B. Brink, R. Butler та інших вчених торкаються економічної складової збереження біорізноманіття, проте комплексні дослідження процесу формування дієвого організаційно-економічного механізму збереження біорізноманіття залишаються малочисельними.

**Виклад основного матеріалу.** На основі показників фінансування природно-заповідного фонду розвинених держав світу (сумарних фінансових витрат, погектарних витрат, показника заповідності, площі природно-заповідного фонду, кількості видів флори і фауни, що знаходяться в усіх категоріях червоного списку зникаючих видів, перспективної площі охоплення екологічної мережі) у даній роботі побудовано економіко-математичну модель оптимізації фінансування збереження біорізноманіття з використанням множинної регресії. Вихідні дані до моделі наведено в табл. 1, рис. 1.

При цьому регресійна модель набуває такого вигляду:

$$Y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3,$$

де  $Y$  – це показники фінансування збереження біорізноманіття у розвинених державах світу, млн. дол.;  $x_1$  – показник заповідності, %;  $x_2$  – кількість видів флори, що знаходяться в усіх категоріях червоного списку зникаючих видів;  $x_3$  – кількість видів фауни, що знаходяться в усіх категоріях червоного списку зникаючих видів.

За допомогою програмного пакета «Statistica» [1] було закладено дані та знайдені коефіцієнти даного рівняння ( $a, b, c, d$ ). При цьому кінцеве рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 2912,083 + 269,207 \cdot x_1 + 5,829 \cdot x_2 - 13,438 \cdot x_3.$$

Опис отриманих показників моделі наведено у табл. 2.

Коефіцієнт детермінації визначається наступним чином:

$$R^2 = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2},$$

де  $V(y|x) = \sigma^2$  – умовна дисперсія залежної змінної.

Для розрахунку вибіркового коефіцієнта детермінації використовують вибічкові оцінки значень відповідних дисперсій:

$$R^2 = 1 - \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}_y^2} = 1 - \frac{ESS/n}{TSS/n} = 1 - \frac{ESS}{TSS},$$

Сума квадратів залишків регресії:

$$ESS = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2$$

де  $y_t, \hat{y}_t$  – фактичні та оціночні значення пояснювальної змінної.

Загальна сума квадратів:

$$TSS = \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2 = n\hat{\sigma}_y^2$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

У випадку класичної лінійної множинної регресії (регресії з константою):

$$TSS = RSS + ESS$$

$$RSS = \sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - \bar{y})^2,$$

І як наслідок:

$$R^2 = \frac{RSS}{TSS}.$$

При оцінці взаємного впливу трьох і більше змінних використовують коефіцієнт множинної кореляції  $R$ , який для трьох змінних визначається за формулою:

$$R = \sqrt{\frac{r_{yx1}^2 + r_{yx2}^2 - 2r_{yx1}r_{yx2}r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2}}.$$

Таблиця 2

Розраховані аналітичні показники економіко-математичної моделі

Кількість спостережень $n=16$	Стандартизовані коефіцієнти регресії	Стандартне відхилення стандартизованих коефіцієнтів рівняння регресії	Оцінки коефіцієнтів рівняння регресії знайдені методом МНК	Стандартне відхилення коефіцієнтів рівняння регресії S	t-статистики для перевірки значущості моделі
Параметри	-	-	2912,083	8514,466	0,342016
x1	0,238412	0,291334	269,207	329,966	0,818344
x2	0,046684	0,343014	5,829	42,828	0,136100
x3	-0,077490	0,333479	-13,438	57,833	-0,232367

У результаті розрахунків отримано такі значення: показник кореляції:  $R=0,2479$ , скорегований коефіцієнт детермінації:  $R^2=0,6147356$ , критерій Фішера:  $F(3,12)=0,262$ , середнє квадратичне відхилення помилок спостережень:  $S=7935,2$ .

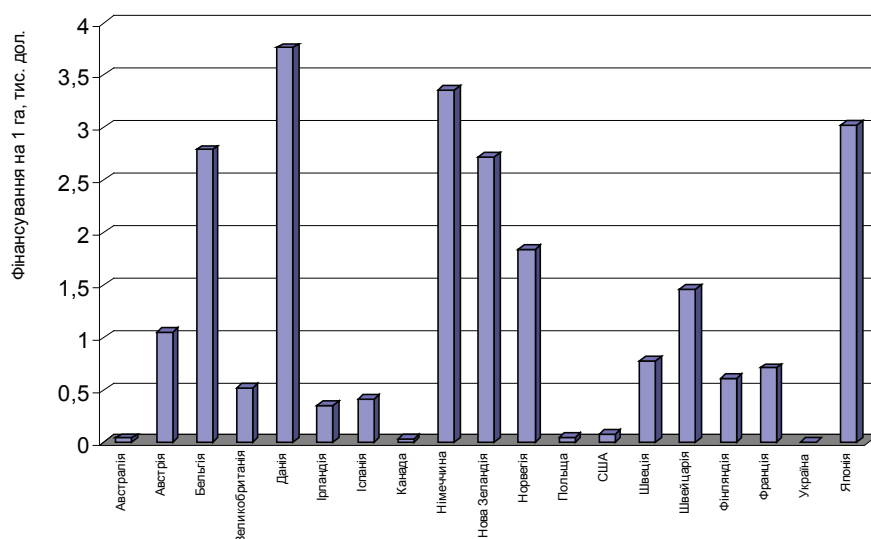


Рис. 1. Погектарні затрати на збереження біорізноманіття розвинених держав світу

Джерело: складено автором на основі [2; 3]

Таблиця 1

Вихідні дані до побудови економіко-математичної моделі оптимізації фінансування збереження біорізноманіття

№ з/п	Країна	Площа країни, км <sup>2</sup>	Показник заповідності, %	Фінансування, млн. дол., усього	Кількість видів рослин, що знаходяться в усіх категоріях червоного списку зникаючих видів	Кількість видів тварин, що знаходяться в усіх категоріях червоного списку зникаючих видів	Площа природно-заповідних територій і об'єктів, га	Фінансування у розрахунку на 1 га, доларів у рік
1.	Австрія	83855	24,93	2200	242	211	2090505	1052,377221
2.	Бельгія	30528	23	1958	211	192	702144	2788,601768
3.	Великобританія	243610	18,96	2390	229	156	4618846	517,4453114
4.	Данія	43094	18,4	2980	99	55	792929,6	3758,215105
5.	Ірландія	70273	8,9	220	180	102	625429,7	351,7581592
6.	Іспанія	504645	6,94	1450	144	167	3502236	414,0211784
7.	Нідерланди	41526	19	14690	275	211	788994	18618,64602
8.	Німеччина	357168	23	27560	211	115	8214864	3354,89425
9.	Нова Зеландія	268021	10,97	8000	114	189	2940190	2720,912252
10.	Норвегія	385178	12,89	9120	143	163	4964944	1836,878569
11.	Польща	312679	7,5	120	205	128	2345093	51,17068943
12.	Швеція	449964	11	3830	99	128	4949604	773,7992777
13.	Швейцарія	41285	26,3	1590	133	127	1085796	1464,364146
14.	Фінляндія	338424	12	2490	186	142	4061088	613,1361842
15.	Франція	640679	9,85	4470	235	160	6310688	708,3221186
17.	Україна	603628	6,05	12,18	541	382	3259591	3,735130958
16.	Японія	377944	12,61	14410	86	112	4765874	3023,579827

Джерело: розраховано автором на основі [2; 3].

На основі отриманої економіко-математичної моделі множинної регресії будемо прогнозувати значення фінансування збереження біорізноманіття для України:

$$Y = 2912,083 + 269,207 \cdot 5,4 + 5,829 \cdot 541 - 13,438 \cdot 382 = 2385,772 \text{ (млн.дол.)}$$

У розрахунку на один гектар площі природно-заповідного фонду України збереження біорізноманіття обійдеться у 731,9 дол. США у рік, що значно менше, ніж у розвинених державах світу. Тому іноземним державам вигідно вкладати кошти у збереження біорізноманіття в Україні, оскільки це значно дешевше ніж зберігати природу у себе. Такі іноземні інвестиції швидко окупляться глобальними ефектами від функціонування українських лісових і болотних екосистем. Грунтуючись на розрахованих значеннях економічних ефектів від функціонування лісових і болотних екосистем, у нашій роботі здійснено узагальнення фінансових показників, згідно з якими в межах ПЗФ України налічується 370949,4 га зайнятих під лісами і 59764,3 га під болотами.

Сумарний економічний ефект лише від функціонування лісових і болотних екосистем становить:

$$370949,4 \cdot 150 + 59764,3 \cdot 316,3 = 55642410 + 18903448,09 = 74545858,09 \text{ дол.}$$

Таким чином, здійснено економіко-математичне моделювання оптимізації витрат на утримання природно-заповідного фонду України на основі фінансових погектарних затрат розвинених держав світу, що дозволило врахувати кількість рідкісних та унікальних видів флори та фауни, а також охоплення перспективної площі розвитку екологічної мережі.

На сьогодні державну політику в галузі раціонального використання і відтворення природних ресурсів реалізує Мінприроди України. У складі міністерства за збереження біорізноманіття відповідають Державна екологічна інспекція, Головне управління національних природних парків і заповідної справи, Управління регулювання природокористування, Державні екологічні інспекції охорони Чорного та Азовського морів. У цій сфері задіяні також Міністерство аграрної політики України, Державні комітети лісового та рибного господарства, Державні комітети земельних ресурсів і водного господарства. Значну роль відіграють наукові інститути, заповідники та національні природні парки. Мінприроди України приділяє значну увагу питанням адаптації національного законодавства України у галузі збереження та використання тваринного світу до законодавства Європейського Союзу. Україна є стороною більше ніж 50 міжнародних угод, спрямованих на збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. Проте до цього часу організаційну систему збереження біорізноманіття не можна вважати загалом ефективною. Необхідно вирішити питання подвійної підпорядкованості окремих природних заповідників і національних природних парків Мінприроди та Державному агентству лісових ресурсів України. Держлісагентство є насамперед виробничою структурою, а Міністерство – навпаки, природоохоронною. Досі не розроблено чітких нормативів фінансування природоохоронних установ із державного бюджету України, унаслідок чого спостерігаються великі розбіжності в розрізі регіонів України відповідних видатків на одиницю площі різних категорій природоохоронних територій.

Серед основних теорій збереження біорізноманіття особливе місце належить теорії континуумів, нейтральності, метапопуляцій, фрактальній теорії, агрегованого пуассонівського розподілу та теорії максимізації ентропії. Варто зауважити, що зазначені теорії збереження біорізноманіття мають екологічний, але не економічний чи організаційний характер. З точки зору збереження біорізноманіття найбільш перспективною вбачається теорія сталого розвитку, оскільки вона поєднує у собі орієнтири на збереження природних комплексів з метою забезпечення середовища існування людини, підтримання її здоров'я, рівня добробуту та розвитку творчих здібностей особистості. Розвивати цю теорію варто на основі сформованих чотирьох основних підходів: підходу з позицій виділення різних шкіл в управлінні; процесного підходу; системного та ситуаційного.

На сьогодні створення ефективного організаційно-економічного механізму збереження біорізноманіття можливе за умови застосування кращого міжнародного досвіду в поєднанні з національними особливостями, розробкою єдиної методологічної бази формування нормативних показників із їхнім законодавчим закріпленням, залученням економічних стимулятивних інструментів збереження біорізноманіття (грантів, премій, екодотаций, екокредитів, торгівлі квотами на викиди, страхування, впровадження інструментів «зеленої економіки», Кіотського протоколу, компенсацій тощо). Цінним у міжнародному досвіді, який може бути застосований в Україні, є системи «розумних інновацій» у збереженні біорізноманіття, меліорації, інновації у використанні рослин та бактерій для освітлення приміщень. Застаріла регуляторна система ґрунтується на домінуванні в ній штрафів, ліцензій, податкових інструментів. Пропонуємо модернізувати її, доповнивши вищезазначеними заохочувальними інструментами, які добре себе зарекомендували в міжнародній практиці, характеризуються доволі високою ефективністю. Організація системи збереження біорізноманіття повинна ґрунтуватися на системному підході з дотриманням таких принципів, як цілісність, ієрархічність, структуризація, множинність.

Пропонується застосування трьох рівнів інструментарію управління екологічними конфліктами у сфері збереження біорізноманіття, які дали б змогу ефективно керувати діяльністю суб'єктів еколого-економічної системи – макроекономічного, локального, об'єктного. На макроекономічному рівні основними напрямками державної політики у цій сфері можуть бути пільгові системи оподаткування, пільго-



ве кредитування, створення спеціальних фондів соціо-еколого-економічного розвитку. На локальному (регіональному) рівні економічні інструменти, які будуть застосовуватися для управління екологічними конфліктами з урахуванням негативних та позитивних екстернальних ефектів як складових синергетичних ефектів, реалізуються у таких формах: нормативно-правовій, фінансово-кредитній та консультативно-інформаційній. На об'єктному рівні управління вирішенням екологічних конфліктів здійснюватиметься на рівні організації, видів флори та фауни, екосистем.

Запропоновано принципи формування та застосування екологічної мережі у контексті сталого розвитку. Вони передбачають: забезпечення цілісності екосистемних функцій складових елементів екомережі; збереження та екологічно збалансоване використання природних ресурсів на території екомережі; зупинення втрат природних та напівприродних територій (зайнятих рослинними угрупованнями природного походження та комплексами, зміненими в процесі людської діяльності), розширення площі території екомережі; забезпечення державної підтримки, стимулювання суб'єктів господарювання при створенні на їхніх землях територій та об'єктів природно-заповідного фонду, інших територій, що підлягають особливій охороні, розвитку екомережі; забезпечення участі громадян та їхніх об'єднань у розробленні пропозицій і прийнятті рішень щодо формування, збереження та використання екомережі; поєднання національної екомережі з екомережами суміжних країн, що входять до Всеєвропейської екомережі, всебічний розвиток міжнародної співпраці у цій сфері; удосконалення складу земель України шляхом забезпечення науково-обґрунтованого співвідношення між різними категоріями земель; системне врахування екологічних, соціальних та економічних інтересів суспільства; урахування середовищотвірних функцій біорізноманіття, водоочисних функцій боліт, продукування кисню лісами та болотами у національних рахунках держави.

Основними інтегральними показниками оцінки стану збереження біорізноманіття пропонується вважати: індекс стійкого економічного благоустрою, показники стійкого розвитку, збереження біорізноманіття, індекс людського розвитку, індекс природного капіталу, екологічний слід, індекс екологічної стійкості, показники «істинних заощаджень», агрегований індекс «живої планети», індекс реального прогресу. Як показало дослідження, такими, що найбільше відповідають вимогам збереження природи та враховують економічну й управлінську складові, є індекс природного капіталу та індикатори сталого розвитку.

Розраховано сумарний щорічний економічний ефект від функціонування лісів і боліт України, який оцінюється у понад 1880 млн дол. США. Вагомий обсяг цього ефекту (5% від загальних надходжень до державного бюджету України у 2013 р. та 2% від ВВП) вказує на необхідність підтримувати функціонування лісових і болотних масивів України у природному стані. Один гектар болотного масиву, за найскромнішими оцінками, приносить для суспільства блага у розмірі понад 316 дол. США, один гектар лісу – 150 дол. США. Болотні екосистеми, відіграючи функцію природного фільтра води, забезпечують щорічну суспільну економію на встановленні водоочисних установок в обсязі понад 85 млн. дол. США. До того ж неможливо врахувати економічно екологічні і соціальні функції лісових і болотних екосистем, пов'язані з любительським рибальством, спортивним мисливством, відпочинком, рекреацією, збором лікарських рослин, одержанням інших побічних продуктів. Усе це є вагомим аргументом для відображення соціо-еколого-економічної цінності функціонування лісових і болотних екосистем у національних рахунках держави.

Аналіз щорічного фактичного фінансування заходів зі збереження біорізноманіття України засвідчив невідповідність між реальною вартістю (цінністю або продуктивністю) екосистем та державними інвестиціями на їхнє утримання. Зокрема, економічна віддача екосистем перевищує сукупні бюджетні інвестиції в охорону збереження біорізноманіття, здійснені у 2013 році, в 4 рази, видатки на наукові дослідження у 2013 році – приблизно у 2 тис. разів, на утримання природно-заповідного фонду – у 200 разів, формування національної екологічної мережі – у 1000 разів. Висока соціо-еколого-економічна цінність функціонування природних екосистем вказує на доцільність збільшення обсягів фінансування з державного бюджету України заходів з утримання ресурсів біорізноманіття. Витрати на збереження біорізноманіття мають виділятися в державному бюджеті окремим рядком.

**Висновки.** У даній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми, що виявляється у розробленні теоретико-методологічних засад формування ефективного організаційно-економічного механізму збереження біорізноманіття. Проведені економічні розрахунки показали, що функціонування лісових і болотних екосистем України щорічно забезпечує життєдіяльність 147 млн. осіб, а це утричі більше за власну чисельність населення нашої країни. Це має величезне соціальне значення, яке неможливо виразити жодними вартісними оцінками та розрахунками. Здійснене економічне обґрунтування дозволило дійти висновку, що завдяки лісовим екосистемам Україна забезпечує життєдіяльність понад власну чисельність населення ще 63 млн. осіб. Відповідно до ратифікованої Україною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату світова спільнота повинна виробити законодавчий документ щодо створення глобальної платіжної системи у продукуванні кисню природними екосистемами. Така система має забезпечити справедливий розподіл доходів між країнами та враховувати можливість ком-

пенсації зовнішнього боргу, погашення національних затрат щодо збереження лісів, киснем яких користуються країни-сусіди (для України це Молдова і Білорусь). Це дозволило б Україні реструктуризувати свій зовнішній борг. Одним із інноваційних інструментів залучення іноземних інвестицій в Україну є реалізація механізмів Кіотського протоколу, що для багатьох промислових підприємств відкрило шлях до модернізації, введення екологічних інновацій та притоку інвестицій.

Таким чином, здійснено економіко-математичне моделювання оптимізації витрат на утримання природно-заповідного фонду України на основі фінансових погектарних затрат розвинених держав світу, що дозволило врахувати кількість рідкісних та унікальних видів флори та фауни, а також охоплення перспективної площі розвитку екологічної мережі.

#### **Література:**

1. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel : учебное пособие ; 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Форум, 2008. – 464 с.
2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
3. Sustainable Financing of Protected Areas A global review of challenges and options. The World Conservation Union (IUCN). – Gland, Switzerland, 2006. – 97 p.
4. Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives / R. E. Ricklefs, D. Schluter, (Eds). Chicago : Chicago Univ. Press, 1993.
5. Stein B. A. States of the Union: Ranking America's Biodiversity / B. A. Stein. – Arlington, Virginia : NatureServe, 2002. – 27 p.
6. Tansley A. G. Practical Plant Ecology. A guide for beginners in field study of plant communities / A. G. Tansley. – L. : G. Allen and Unwin, 1923. – 228 p.
7. Tansley A. G. The classification of vegetation and the concept of development / A. G. Tansley // J. Ecology. – 1920. – Vol. 8, № 2. – P. 118-149.
8. Williams P. Mapping Europe Biodiversity / P. Williams, C. Humphrics, M. Araujo. London : Nat. Hist. Museum, 1999.
9. Yakymchuk A. Innovative Mechanisms of Biodiversity's Maintainance / A. Yakymchuk // Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Science. – Budapest, 2013. – Issue: 12, I (2). – P. 110-113.